

**Avaliação nutricional de subprodutos do
processamento agroindustrial de cupuaçu,
pupunha e castanha-do-brasil em
Porto Velho, Rondônia**

ISSN 1677-8618
Junho, 2014

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Rondônia
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 72

Avaliação nutricional de subprodutos do processamento agroindustrial de cupuaçu, pupunha e castanha-do-brasil em Porto Velho, Rondônia

Ana Karina Dias Salman
Márcio Gregório Rojas dos Santos
Leilane Oliveira Santos
Claudio Ramalho Townsend

Embrapa Rondônia
Porto Velho, RO
2014

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Rondônia

BR 364 km 5,5, Caixa Postal 127, CEP 76815-800, Porto Velho, RO
Telefones: (69) 3901-2510, 3225-9387, Fax: (69) 3222-0409
www.cpaфро.embrapa.br

Comitê de Publicações

Presidente: *Cléber de Freitas Fernandes*

Secretárias: *Marly de Souza Medeiros* e *Sílvia Maria Gonçalves Ferradaes*

Membros:

Marília Locatelli

Rodrigo Barros Rocha

José Nilton Medeiros Costa

Ana Karina Dias Salman

Luiz Francisco Machado Pfeifer

Fábio da Silva Barbieri

Maria das Graças Rodrigues Ferreira

Normalização: *Daniela Maciel*

Editoração eletrônica: *Marly de Souza Medeiros*

Revisão gramatical: *Wilma Inês de França Araújo*

1ª edição

1ª impressão (2014): 100 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

CIP-Brasil. Catalogação-na-publicação.
Embrapa Rondônia.

Avaliação nutricional de subprodutos do processamento agroindustrial de cupuaçu, pupunha e castanha-do-brasil em Porto Velho, Rondônia / Ana Karina Dias Salman... [et al].-- Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2014.
15 p. – (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Rondônia, ISSN 1677-8618; 72)

1. Nutrição animal – alimentos alternativos. 2. Processamento agroindustrial. 3. Bovino. 4. Cupuaçu. 5. Pupunha. 6. Castanha-do-brasil. I. Salman, Ana Karina Dias. II. Santos, Márcio Gregório Rojas dos. III. Santos, Leilane Oliveira. IV. Townsend, Claudio Ramalho. V. Título. VI. Série.

CDD (21.ed.) 636.085

© Embrapa – 2014

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução	7
Material e métodos	8
Resultados e discussão	9
Conclusão	14
Referências	14

Avaliação nutricional de subprodutos do processamento agroindustrial de cupuaçu, pupunha e castanha-do-brasil em Porto Velho, Rondônia

Ana Karina Dias Salman¹

Márcio Gregório Rojas dos Santos²

Leilane Oliveira Santos³

Claudio Ramalho Townsend⁴

Resumo

Diversos subprodutos da agroindústria podem ser utilizados na alimentação de ruminantes, contribuindo de forma significativa na redução dos custos com a alimentação do rebanho. A composição química e bromatológica, bem como os parâmetros de degradação ruminal da matéria seca (MS) e da proteína bruta (PB) dos subprodutos das extrações do óleo da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*, H.B.K.), da manteiga das amêndoas do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) e da semente do fruto da pupunha (*Bactris gasipaes*, Kunth) foram determinados nesse estudo. Para tanto, foram realizadas análises laboratoriais e um ensaio de degradabilidade *in situ* com três novilhas canuladas no rúmen para incubação de amostras dos subprodutos por 2, 4, 6, 8, 12, 24 e 48 horas. A torta de cupuaçu apresentou 93,52% de MS; 12,59% de PB; 12,33% de extrato etéreo (EE); 4,36% de cinzas (CZ), coeficientes de degradabilidade potencial (DP) da MS de 55,71% e da PB de 93,22; a farinha de pupunha apresentou 94,35% de MS; 5,84% de PB, 21,95% de EE; 1,43% de CZ, DP da MS de 88,84% e da PB de 99,57; e a torta de castanha apresentou 95,32% de MS; 34,22% de PB; 43,59% de EE; 3,37% de CZ, DP da MS de 89,27% e da PB de 97,76%. De acordo com os teores de PB dos subprodutos avaliados, a torta de castanha foi classificada como concentrado proteico e os outros dois como concentrados energéticos. Com exceção da torta de cupuaçu, os subprodutos apresentaram matéria seca e proteína com elevada degradabilidade ruminal.

Palavras-chave: alimentos alternativos, nutrição animal, bovinos

¹ Zootecnista, D.Sc. em Nutrição e Produção Animal, pesquisadora da Embrapa Rondônia, Porto Velho, RO, ana.salman@embrapa.br

² Zootecnista, Mestrando em Zootecnia da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Aquidauana, MS, marcio_rojas@zootecnista.com.br

³ Zootecnista, Doutoranda em Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, MG, leilanezootecnista@hotmail.com

⁴ Zootecnista, D.Sc. em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Rondônia, Porto Velho, RO, claudio.townsend@embrapa.br

Nutritional evaluation of by-products of agro-industrial processing of cupuassu, peach palm and Brazil nut in Porto Velho, Rondônia

Abstract

Many agro-industrial by-products may be useful for ruminant nutrition and for reducing feed cost within the production system. In this study, were determined the chemical and bromatological composition, as well as the parameters of rumen degradation of dry matter (DM) and crude protein (CP) of by-products produced by extraction of oil from Brazil nuts (*Bertholletia excelsa*, H.B.K.), butter from cupuassu almonds (*Theobroma grandiflorum*) and seed from fruits of peach palm (*Bactris gasipaes*, Kunth). Thus, lab analyses and an *in situ* degradability trial were carried out. In this last, three rumen-cannulated heifers were used for by-product samples incubation during 2, 4, 6, 8, 12, 24 and 48 hours. The cupuassu meal had 93.52% of dry mater (DM), 12.59% of CP, 12.33% of ether extract (EE), 4.36% of ash, coefficients of potential degradability (PD) were 55.71 and 93.22% for DM and CP, respectively. Peach palm meal had 94.35% of DM, 5.84% of CP, 21.95% of EE, 1.43% of ash and coefficients of PD of DM and CP were 88.84 and 99.57%, respectively; Brazilian nut meal had 95.32% of DM, 34.22% of CP, 43.59% of EE, 3.37% of ash, coefficients of PD of DM and CP were 89.27 and 97.76%, respectively. According to CP content of by-products, Brazil nut meal can be classified as a protein concentrate and the others energetic concentrate. With exception of cupuassu meal, all by-products have dry matter and crude protein with elevate fractions of rumen degradable.

Key-words: alternative foods, animal nutrition, bovine

Introdução

Os resíduos sólidos produzidos pelas agroindústrias geram gastos para transporte até aterros sanitários ou, quando isso não é possível, causam impacto ambiental e problemas sanitários consequentes do armazenamento inapropriado. Por outro lado, esses resíduos podem apresentar potencial para serem transformados em insumos agrícolas de baixo custo para serem utilizados em sistemas de produção animal.

A utilização de resíduo ou subproduto agroindustrial na alimentação de ruminantes visa diminuir custos com suplementos volumosos ou concentrados (LIMA, 2005), já que os custos com a alimentação têm um grande impacto sobre o custo total de produção de carne e leite. Desta forma devem ser avaliadas alternativas para substituição dos ingredientes clássicos utilizados na formulação de rações, notadamente o milho e a soja, por ingredientes de menor custo que não limitem o desempenho animal ou que limitem até certo ponto, de forma que custo e receita sejam positivos (COSTA, 2003).

A predição da resposta animal a partir do uso de dietas adequadamente balanceadas depende do conhecimento do valor nutritivo dos ingredientes utilizados na sua formulação. O valor nutricional é uma característica intrínseca de um alimento e depende, principalmente, do teor de nutrientes presentes no mesmo e da forma como esses nutrientes são aproveitados pelo animal, o que é dado pela ingestão voluntária e pela digestibilidade e, ou da degradabilidade dos mesmos. Nesse sentido, o conhecimento do valor nutritivo potencial dos subprodutos agroindustriais permite o emprego racional destes, quer como alimento único ou como ingredientes de misturas concentradas (PRATES; LEBOUTE, 1980).

A estimativa da degradabilidade dos alimentos utilizando animais canulados no rúmen fornece dados do potencial e eficiência de aproveitamento destes. Trata-se de uma técnica que tem sido muito difundida pela sua simplicidade e economicidade. Além disso, os resultados obtidos em condições tropicais fornecem dados que contribuem para a confecção de uma tabela nacional de composição de alimentos (VELOSO et al., 2000).

A extensão com que a proteína é degradada no rúmen constitui um parâmetro importante para determinação do fornecimento de nitrogênio aos microrganismos e da quantidade de aminoácidos que podem ser absorvidos no intestino. Por essa razão, os sistemas de adequação de dietas para ruminantes (NATIONAL..., 2001) consideram as frações dos alimentos, inclusive de proteína degradável no rúmen (PDR) para os microrganismos do rúmen e proteína não-degradável no rúmen (PNDR) para o próprio animal, bem como suas taxas de digestão; no sentido de sincronizar a disponibilidade de energia e de nitrogênio no rúmen, maximizando a eficiência microbiana, digestão dos alimentos e reduzindo perdas decorrentes da fermentação ruminal. A sincronização entre a fermentação de proteína e de carboidratos, para uma mesma taxa de degradação, promove a máxima síntese microbiana (PEREIRA et al., 2000) e, conseqüentemente, aumenta a disponibilidade de proteína para ser digerida no intestino.

Dessa forma, este estudo teve por objetivo descrever a composição química e bromatológica, bem como os parâmetros de degradação ruminal *in situ* da matéria seca e da proteína de resíduos gerados após as extrações do óleo da castanha-do-brasil, da manteiga do cupuaçu e da semente da pupunha em uma agroindústria do Município de Porto Velho, Rondônia.

Material e métodos

As amostras dos subprodutos agroindustriais foram coletadas na agroindústria do Projeto RECA (Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado) localizado em Nova Califórnia, distrito do Município de Porto Velho, Rondônia, seguindo os procedimentos descritos em Campos et al. (2004).

Foram coletadas amostras de torta da castanha-do-brasil (*Bertholetia excelsa* H.B.K) resultante da extração do óleo das amêndoas com casca via prensa quente; da torta de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*, Willd. Ex Spreng) gerada após a extração da manteiga em prensa quente utilizando as amêndoas fermentadas e secas; e da farinha da pupunha (*Bactris gasipaes*, Kunth) obtida após a extração manual das sementes seguida de secagem em estufa de circulação forçada de ar do fruto com casca a 65°C por 72 horas e moagem a 1mm .

As análises para determinação da composição química e bromatológica dos subprodutos foram realizadas no Laboratório de Análise de Solos e Plantas da Embrapa Rondônia. Amostras moídas a 1 mm foram utilizadas para a determinação dos teores de matéria seca (MS), orgânica (MO), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), segundo metodologias do Association of Official Analytical Chemists - AOAC (HELRICH, 1990) descritas por Silva e Queiroz (2002).

O ensaio de degradabilidade *in situ* foi conduzido no setor de bovinocultura leiteira no campo experimental de Porto Velho da Embrapa Rondônia. Para tanto, três novilhas mestiças canuladas no rúmen foram confinadas em baias individuais sendo arraçadas com capim elefante picado + concentrado a base de milho e farelo de soja com proporção volumoso:concentrado de 60:40. As dietas foram balanceadas de acordo com os requerimentos nutricionais do sistema NRC (NATIONAL..., 2001) e fornecidas duas vezes ao dia. Água e mistura mineral ficaram disponíveis aos animais durante todo o período experimental.

O experimento consistiu de um período de 19 dias (dez para adaptação e nove para três rodadas de incubação ruminal). Foram utilizados sacos com dimensões de 7 cm x 14 cm confeccionados utilizando-se tecido não-tecido (TNT - 100 g/m²) (53 micras), segundo Casali et al. (2008). Estes sacos contendo 5 gramas de amostra de cada um dos subprodutos foram incubados no rúmen por 2, 4, 6, 8, 12, 24 e 48 horas. Os sacos referentes ao tempo 0 foram utilizados para a estimativa da fração solúvel pela imersão dos mesmos em água a 37°C por 30 minutos. Os sacos contendo as amostras foram inseridos no rúmen em ordem decrescente dos tempos e no final de 48 horas foram retirados todos de uma única vez e colocados em balde com água em temperatura ambiente. Em seguida, os sacos incubados e os não incubados no rúmen (tempo 0) foram lavados em máquina de lavar tipo "tanquinho" com renovações sucessivas de água até que a mesma se tornasse límpida. Após a lavagem, os sacos foram secos em estufa de circulação forçada de ar a temperatura de 65°C até que o peso dos mesmos se tornasse constante. Amostras dos resíduos antes e após a incubação foram analisadas para matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) no Laboratório de Solos e Análise de Plantas da Embrapa Rondônia.

Os procedimentos para a estimativa da degradabilidade da MS e da PB foram obtidos por diferença de peso encontrada para cada componente entre as pesagens, antes e após a incubação ruminal e expressos em porcentagem. De acordo com a diferença calculada entre o substrato e o resíduo, foram obtidos dados de desaparecimento da MS e da PB durante a incubação.

Os dados sobre desaparecimento da MS e da PB foram calculados baseando-se na diferença entre o peso das amostras antes da incubação no rúmen e dos resíduos após a incubação. Para a estimativa dos parâmetros cinéticos da MS e PB foi utilizado o modelo assintótico de primeira ordem proposto por Mehrez e Ørskov (1977): $DP = a + b(1 - e^{-ct})$; em que DP é a degradabilidade ruminal potencial dos alimentos; "a" é a fração solúvel; "b" é a fração potencialmente degradável da fração insolúvel que seria degradada a uma taxa "c"; "c" é a taxa de degradação da fração "b"; e "t" o tempo de incubação em horas. A fração considerada não-degradável (I) foi calculada segundo: $I = (100 - (a + b))$.

A degradabilidade efetiva (DE) foi estimada a partir da equação proposta por Ørskov e McDonald (1979): $DE = a + (b \cdot c / (c + k))$, considerando taxa de passagem (k) de 5% por hora (AGRICULTURAL..., 1993).

Após os dados serem ajustados e utilizando-se o valor de desaparecimento obtido no tempo zero de degradação (a), foi estimado o tempo de colonização (TC) para a MS e PB pela equação $TC = (\ln b - a') / -c$, em que os parâmetros a, b, e c foram estimados pelo algoritmo de Gaus Newton. As curvas de degradação da MS e PB dos alimentos avaliados foram submetidas ao ajuste pelos respectivos modelos utilizando-se planilhas do Excel® preparadas para análises de regressão não linear.

No ensaio de degradabilidade *in situ* utilizou-se o delineamento em blocos casualizados em parcelas subdivididas no tempo com três repetições, onde os blocos foram os animais, os tratamentos da parcela principal foram os três subprodutos utilizados nas incubações ruminais (torta de cupuaçu, torta de castanha ou farinha de pupunha) e as subparcelas os oito períodos de incubação (de 0 a 48 horas). As médias das porcentagens de resíduos após diferentes períodos de incubação no rúmen foram comparadas pelo teste Tukey a 5%.

Resultados e discussão

A farinha de pupunha apresentou valor de PB (Tabela 1) semelhante ao de 5,74%, observado por Alvares et al. (2010) no resíduo da extração da semente da pupunha seco a 40 °C por sete dias. Nesse mesmo tipo de amostra, os autores encontraram valores de 2,89% de matéria mineral, 5,71% de extrato etéreo, 4,65% de fibra bruta e 79,79% de carboidratos totais. O teor de matéria mineral maior e o menor de extrato etéreo podem estar relacionados com a variabilidade natural do fruto da pupunha na região Amazônica. Clement et al. (1998), estudando composição química dos frutos da pupunheira em populações de três diferentes localidades no Amazonas (Coari, Fonte Boa e Benjamin Constante), identificaram frutos com grande variação em sua composição química: teor de óleo entre 3,2% a 35,4%, o de proteínas entre 3,4% e 13,2% e o de cinzas entre 0,9% e 2,0% (valores com base na matéria seca).

Murillo et al. (1991), que avaliaram a farinha de pupunha em substituição ao milho moído na alimentação de aves poedeiras na Costa Rica, observaram valor de 19,08% de PB, sendo uma diferença de 13,24% em relação ao valor encontrado no presente estudo (Tabela 1). Essa diferença pode estar relacionada com vários fatores, como a cultivar de pupunha, ao local de plantio e cultivo, e também ao tipo de processamento do fruto para a produção da farinha.

Tabela 1. Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) da torta de cupuaçu, torta de castanha e farinha de pupunha.

Subprodutos	MS (%)	% MS			
		MO	MM	PB	EE
Torta de cupuaçu	93,52	89,15	4,36	12,59	12,33
Torta de castanha	95,32	92,10	3,37	34,22	43,59
Farinha de pupunha	94,35	93,60	1,43	5,84	21,95

Em estudo realizado no estado do Mato Grosso para avaliar a torta de cupuaçu na alimentação de ovinos, Pereira (2009) observou maiores teores de PB e EE (19,5% e 20,4%, respectivamente) aos observados no presente estudo. Já comparando com os resultados de Lima (2005), que avaliou a torta de cupuaçu na alimentação de búfalas no estado do Pará, os teores de PB e EE foram semelhantes (13,4% e 13,7%, respectivamente). Essas variações podem estar relacionadas aos vários fatores que podem interferir na composição química e bromatológica de um alimento ou subproduto, como características edafoclimáticas, condições de fertilidade do solo, maturidade da planta e diferenças genéticas entre as mesmas, assim como, no caso específico do teor de extrato etéreo (EE) da torta do cupuaçu, o método de extração da manteiga.

Tanto a farinha da pupunha como a torta de cupuaçu apresentaram teores de proteína menores que 20% e foram classificadas como concentrados energéticos, podendo ser avaliadas em rações para animais domésticos como substitutos ao milho moído.

Santos et al. (2012), em avaliação da torta de castanha-do-brasil parcialmente desengordurada em prensa hidráulica, encontraram valor de PB de 45,95%, sendo superior ao encontrado no presente estudo. Contudo, como o teor de PB da torta de castanha apresentou valor maior que 20%, esse subproduto é classificado como concentrado proteico e pode ser avaliado em dietas em substituição ao farelo de soja.

Com relação ao teor de EE, verificou-se no presente estudo que a torta de castanha apresentou valor mais elevado quando comparado ao de 26,09% encontrado por Santos et al. (2012) e menor que o de 68,6% encontrado por Medeiros et al. (2010) em amostras de farinha de castanha produzida com amêndoas sem películas e não desengorduradas. Essa variação pode estar relacionada às diferenças no processamento das amêndoas de castanha para obtenção da torta.

A comparação das médias da porcentagem de resíduo de MS e de PB nos sacos de TNT entre os diferentes tempos de incubação no rúmen tem a finalidade de averiguar se os tempos utilizados foram adequados para identificar o momento de início e término da degradação dos nutrientes. Houve interação significativa entre os tempos de incubação e o tipo de subproduto avaliado e as médias do resíduo de MS e de PB de cada subproduto em cada tempo de incubação, apresentados na Tabela 2.

Em ensaios de degradabilidade *in situ*, a MS remanescente nos sacos no tempo zero corresponde à fração das amostras dos subprodutos que não foram perdidas através dos poros dos sacos e que também não se solubilizam em água (NOCEK, 1988). Considerando isso, os três subprodutos avaliados nesse estudo apresentaram mesmo teor de MS no tempo zero, o qual estava disponível para degradação (Tabela 2). No entanto, a partir das duas e até 48 horas de incubação no rúmen, a torta de cupuaçu foi o subproduto que apresentou maior % resíduo de MS, indicando menor degradação da MS desse subproduto em relação aos demais.

Observando-se a redução na porcentagem de resíduo de MS dos subprodutos ao longo do período de incubação no rúmen, verifica-se que ocorreram diferenças significativas entre 24 e 36 horas para a torta de cupuaçu e a farinha de pupunha; enquanto para a torta de castanha isso foi observado entre quatro e oito horas. Indicando que o início da degradação da MS da torta da castanha ocorre mais cedo que os demais.

Como a diferença na porcentagem de resíduo de MS de todos os subprodutos entre 36 e 48 horas foi significativa, o tempo de 48 horas não foi suficiente para identificar o momento exato em que cessou a degradação da MS dos subprodutos.

No caso do teor de PB dos subprodutos disponível para degradação (tempo zero), houve diferença significativa entre os três produtos, sendo a maior média observada para a farinha de pupunha, seguida da torta de castanha e da torta de cupuaçu. No entanto, entre 12 e 36 horas a proporção de resíduo de PB da torta de cupuaçu foi maior do que as dos demais subprodutos. O que indica que nesse período a degradação da PB da torta de cupuaçu foi menor do que a degradação da PB dos outros dois subprodutos.

Comparando-se o percentual de resíduo de PB dos subprodutos ao longo do período de incubação no rúmen, observa-se que a partir de 24 horas não houve mais diferença entre os resíduos de PB da torta de castanha, indicando que a degradação cessou nesse momento. No entanto, para a torta de cupuaçu e a farinha de pupunha seriam necessários tempos de incubação no rúmen mais longos (72 e 96 horas) já que houve diferença significativa entre 36 e 48 horas.

Tabela 2. Comparação entre as médias da porcentagem de resíduo de matéria seca (%MS) e de proteína bruta (%PB) dos subprodutos remanescentes ao longo dos diferentes tempos de incubação no rúmen.

Tempo de Incubação (horas)	Torta de cupuaçu	Torta de castanha	Farinha de pupunha
	% Resíduo de MS		
0	88,74 aA	78,47 aB	85,36 aA
2	78,17 bA	46,02 bB	40,64 bB
4	75,65 bA	42,40 bB	40,38 bB
8	72,60 bcA	30,65 cC	38,61 bB
12	70,06 bcA	25,66 cdC	37,00 bB
24	64,83 cA	21,45 deC	33,25 bB
36	52,58 dA	15,62 eB	20,93 cB
48	44,05 eA	9,73 fB	8,60 dB
	% Resíduo de PB		
0	49,24 aC	66,01 aB	85,69 aA
2	40,81abA	33,77 bA	36,40 bA
4	37,39 bcA	34,33 bA	31,60 bcA
8	31,47 bcdA	16,97 cB	24,10 cdAB
12	28,32 cdA	11,71 cdB	13,82 deB
24	21,01 deA	5,09 dB	10,32 efB
36	14,14 eA	3,39 dB	3,89 eB
48	6,00 fA	2,14 dA	0,43 fA

Médias seguidas pela mesma letra (minúscula na coluna e maiúscula na linha) não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Considerando os parâmetros de degradação da MS e da PB dos subprodutos (Tabela 3), observa-se que a torta de castanha apresentou MS maior fração solúvel (a) em relação aos demais. A torta de cupuaçu apresentou os menores coeficientes de degradabilidade potencial e efetiva da MS em relação à torta de castanha e a farinha de pupunha; porém, foram maiores quando comparados aos de 30,8% e 25,6%, respectivamente, observados por Pereira (2009) ao utilizar a técnica de degradabilidade ruminal *in vitro* de Tilley e Terry (1963) para estimar esses mesmos parâmetros na torta de cupuaçu.

A menor degradabilidade da MS da torta de cupuaçu é coerente com a maior proporção de resíduo de MS desse subproduto, observada ao longo do período de incubação no rúmen (Tabela 2) e podem estar associados ao alto teor de FDA e de lignina. Pereira (2009) observou valores elevados de FDN, FDA e lignina de 51,4%, 41,7% e 14,2%, respectivamente, em amostras de torta de cupuaçu.

A farinha de pupunha apresentou a menor taxa de degradação da MS, mas teve a maior fração insolúvel potencialmente degradável, dessa forma o potencial de degradação da MS foi tão elevado quanto o da farinha de castanha, chegando próximo a 90%. Entretanto, quando considerou-se uma taxa de passagem de 5%, a degradabilidade efetiva da farinha da pupunha foi menor que a da castanha, e, maior que a da torta de cupuaçu (Tabela 3).

Com relação à proteína, observou-se que todos os subprodutos apresentaram degradabilidade potencial elevada (maior que 90%), sendo a da farinha de pupunha maior do que a do cupuaçu e igual a da torta da castanha. A torta de cupuaçu foi o subproduto que apresentou proteína com maior fração solúvel (a), seguida da torta da castanha, isso implica na provável rapidez na liberação de nitrogênio no rúmen e conseqüente diminuição na utilização na síntese de proteína microbiana. A proteína bruta dos alimentos é composta por uma fração degradável no rúmen (PDR) e outra não degradada no rúmen (PNDR), sendo a degradação realizada pela ação de enzimas (proteases, peptidases e deaminases) produzidas pelos microrganismos ruminais, os quais utilizam os produtos dessa degradação (principalmente amônia e aminoácidos) para síntese de suas proteínas e crescimento. Quando a velocidade de degradação da proteína do rúmen excede a capacidade de síntese de proteína dos microrganismos, o excesso de amônia e de componentes nitrogenados é perdido forma de ureia via sistema urinário (SANTOS; PEDROSO, 2011). A degradação ruminal da proteína também está relacionada com as características da proteína e sua acessibilidade às enzimas digestivas (CARVALHO et al., 2006).

As curvas de degradação da matéria seca e da proteína da castanha, da torta de cupuaçu e da farinha de pupunha são apresentadas nas Figuras 1 e 2, respectivamente. A degradação ruminal da matéria seca e da proteína de todos os subprodutos em função do tempo de permanência no rúmen se ajustaram ao modelo de Ørskov e McDonald (1979). Comparando-se as curvas dos três subprodutos fica evidente que a torta de cupuaçu apresentou menor degradação da MS em relação aos demais e a proteína com elevada fração solúvel e fração potencialmente degradável mais lenta. Pode-se supor que a torta de cupuaçu possua grande parte de seus compostos nitrogenados associados à fibra. Hipótese que pode ser testada em trabalhos futuros.

Tabela 3. Fração degradável solúvel (a) e insolúvel (b), degradabilidades potencial (DP) e efetiva (DE), taxa de degradação (c) da matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) dos subprodutos agroindustriais avaliados.

Subproduto	Parâmetros (%)				c* (%.h ⁻¹)
	a	b	DP	DE	
	Matéria Seca				
Torta de cupuaçu	11,01 b	45,16 c	55,71 b	35,35 c	7,08 a
Torta de castanha	21,53 a	67,96 b	89,27 a	62,72 a	8,50 a
Farinha de pupunha	14,64 b	76,26 a	88,84 a	50,10 b	4,36 b
Desvio médio	5,99	8,29	5,29	6,69	2,34
Coefficiente de variação (%)	31,64	10,92	5,64	11,26	41,45
	Proteína bruta				
Torta de cupuaçu	47,40 a	46,08 c	93,25 b	74,20 ab	8,01 b
Torta de castanha	33,99 b	63,88 b	97,76 ab	82,52 a	17,78 a
Farinha de pupunha	14,31 c	85,26 a	99,57 a	73,07 b	11,23 b
Desvio médio	9,14	8,85	4,52	9,26	4,73
Coefficiente de variação (%)	23,81	11,3	3,88	10,05	31,85

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade; * considerando taxa de passagem de 5%.h⁻¹

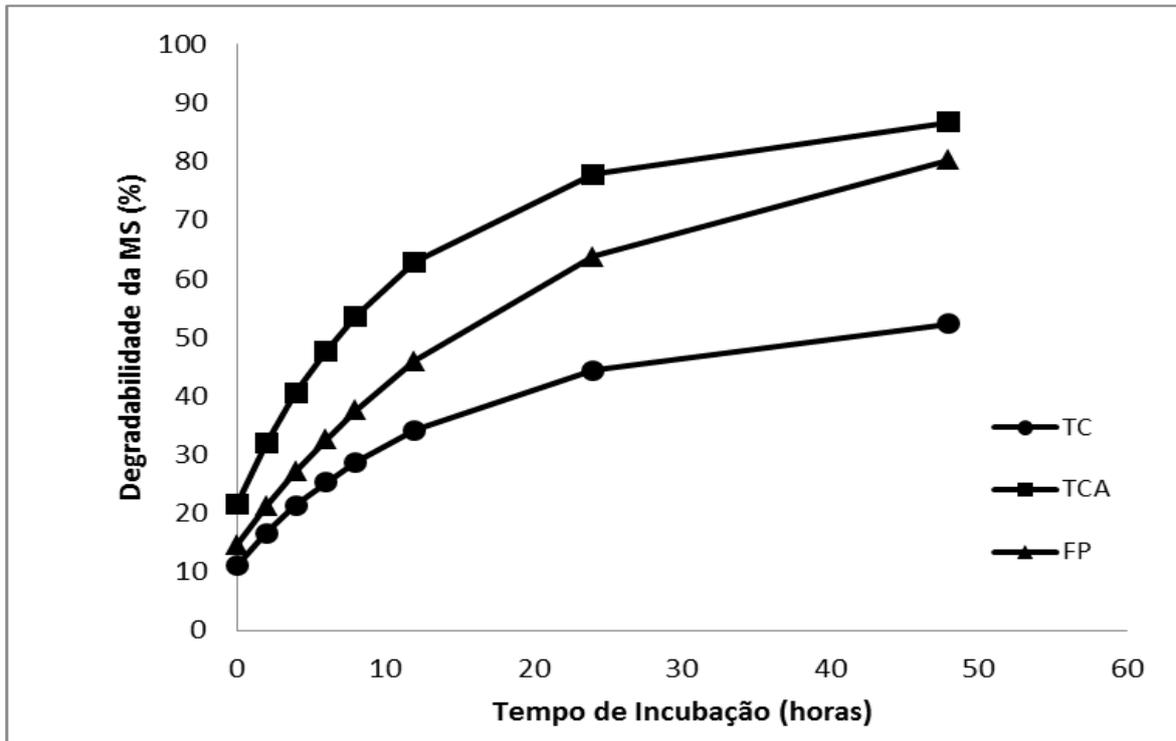


Figura 1. Curvas de degradação da matéria seca (MS) da torça da castanha (TCA), da torça de cupuaçu (TC) e da farinha de pupunha (FP).

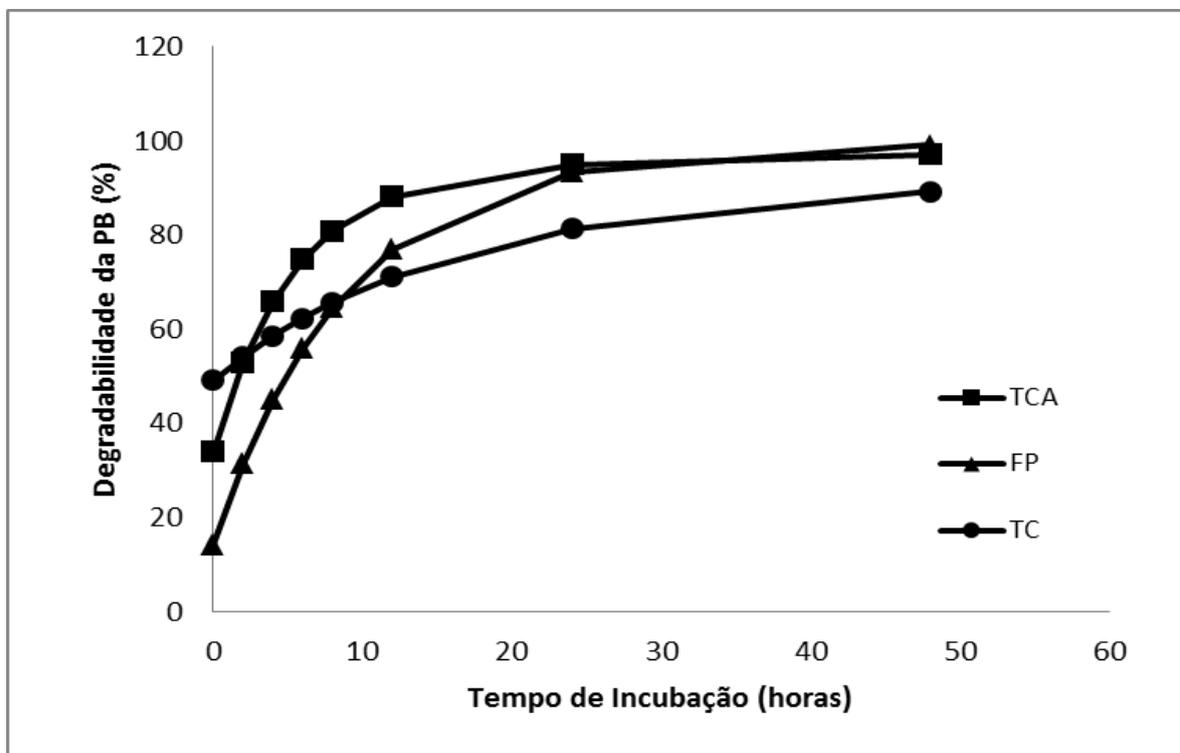


Figura 2. Curvas de degradação da proteína bruta (PB) da torça da castanha (TCA), da torça de cupuaçu (TC) e da farinha de pupunha (FP).

Conclusão

A torta da castanha-do-brasil poder ser classificada como um alimento concentrado proteico por apresentar teor de PB maior que 20%; enquanto a torta de cupuaçu e a farinha de pupunha como concentrados energéticos.

Com exceção da torta de cupuaçu, os subprodutos apresentam matéria seca com degradabilidade potencial elevada (próxima a 90%). Com relação à proteína, todos os subprodutos apresentam fração degradável no rúmen (PDR) maior que 90%, sendo a proteína da torta da castanha a que apresenta maior taxa de degradação (17,78 %. h^{-1}).

Referências

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL. **Energy and protein requirements of ruminants**. Walling Ford: CAB INTERNATIONAL, 1993. 156 p.
- ALVARES, V. de S.; SALMAN, A. K.; FELISBERTO, F. A. V.; LIMA, A. C. de. Tratamento de resíduos da extração da semente da pupunha produzida em sistemas agroflorestais em Rondônia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 21., 2010, Natal. **Frutas: saúde, inovação e responsabilidade**. Natal: SBF, 2010. 1 CD-ROM.
- CAMPOS, F. P.; NUSSIO, C. M. B.; NUSSIO, L. G. **Métodos de Análise de Alimentos**. Piracicaba: FEALQ, 2004. 135p
- CARVALHO, G. G. P. de; PIRES, A. J. V.; VELOSO, C. M.; SILVA, R. R.; MENDES, F. B. L.; SOUZA, D. R. de; PINHEIRO, A. A. Degradabilidade Ruminal de Concentrados e Subprodutos Agroindustriais. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 55, n. 212, p. 397-400, 2006.
- CASALI, A. O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; PEREIRA, J. C.; HENRIQUES, L. T.; FREITAS, S. G.; PAULINO, M. F. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n. 2, p. 335-342, 2008.
- CLEMENT, C. R.; AGUIAR, J. P. L.; ARKCOLL, D. B. Composição química do mesocarpo e do óleo de três populações de pupunha (*Bactris gasipaes*) do Rio Solimões, Amazonas, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, 20, n. 1, p. 115-118, 1998.
- COSTA, M. L. **Utilização de alimentos alternativos na alimentação de bovinos de corte**. 2003. Disponível em: <<http://www.rehagro.com.br/publicação.do?cdnoticia=447>>. Acesso em 20 set. 2010.
- HELDRICH, K. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. Arlington: AOAC, 1990. 2 v.
- LIMA, M. L. M. Uso de subprodutos da agroindústria na alimentação de bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005. p. 322-329.
- MEDEIROS, M. J. P.; de OLIVEIRA, A. A. C.; de SOUZA, J. M. L.; da SILVA, R. F.; de SOUZA, M. L. Composição química de misturas de farinhas de banana verde com castanha-do-brasil. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 69, n. 3, p. 396-402, 2010.
- MEHREZ, A.Z.; ØRSKOV, E.R. A study of the artificial fiber bag technique for determining digestibility of feeds in the rumen. **Journal of Agricultural Science**, Tokio, v. 88, p. 645-665, 1977.
- MURILLO, M. G.; ZUMBADO, M. E.; COOZ, A. E.; ESPINOZA, A. Evaluacion de la harina de peribaye (*Bactris gasipaes*) en dietas para pollas de reemplazo durante el periodo de iniciacion de postura. **Agronomia Costarricense**, San Jose – Costa Rica, v. 15, p. 135-141, 1991.
- NOCEK, J.E. Production research papers. 1988. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 71, n. 8, p.2051-2069, 1988.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 7 ed. Washington, National Academy of Science, 2001. 381p.

ØRSKOV, E. R.; McDonald, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agricultural Science, Ontario**, v. 92, p. 499-503, 1979.

PEREIRA, E. M. O. **Torta de Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) na Alimentação de Ovinos**. 2009. 118 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista – Campus Jaboticabal.

PEREIRA, J. C.; VIEIRA, R. A. M.; GONZÁLEZ, J.; ALVIR, M.; QUEIROZ, A. C. Degradabilidade Ruminal de Alguns Subprodutos Agroindustriais **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 29, n. 6, Suplemento 2, p. 2359-2366, 2000.

PRATES, E. R.; LEBOUTE, E. M. Avaliação do valor nutritivo de resíduos de cultivos e de indústria. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 9, n. 2, p. 248-259, 1980.

SANTOS, F. A. P.; PEDROSO, A. M. Metabolismo de proteínas. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. (Ed.). **Nutrição de Ruminantes**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2011. 616 p.

SANTOS, O. V.; LOPES, A. S.; CARDOSO, V. M. M.; SILVA, R. F. Avaliação de Misturas Protéicas Mistas com Farinha Parcialmente Desengordurada de Castanha-do-Brasil e Isolado Protéico de Soja: comportamento térmico e morfológico. **Sinergia**, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 35-41. 2012.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: UFV, 2002. 235 p.

TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 18, n. 2, p. 104-111, 1963.

VELOSO, C. M.; RODRIGUEZ, N. M.; SAMPAIO, I. B. M.; GONÇALVES, L. C.; MOURÃO, G. B. pH e amônia ruminais, relação folhas:hastes e degradabilidade ruminal da fibra de forrageiras tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 3, p. 871-879, 2000.

Embrapa

Rondônia